

## PERKEMBANGAN ELEMEN-ELEMEN PENTING TEKTONIK ASIA DEVELOPMENT OF IMPORTANT ELEMENTS OF ASIAN TECTONICS

Oleh : Torkis Sihombing

Pusat Survei Geologi  
Jl. Diponegoro 57, Bandung 40122

### Abstrak

Di wilayah Asia terdapat beberapa elemen tektonik penting yang berinteraksi, sehingga sangat menentukan evolusi tektonik kawasan ini. Lempeng-lempeng tersebut meliputi lempeng Indo-Australia di selatan, lempeng Eurasia di barat laut, serta lempeng Laut Filipina di bagian timur. Lempeng benua India merupakan bagian dari lempeng utama Indo-Australia yang terdiri atas sub-kontinen India dan cekungan di bawah Samudera Hindia. Himalaya merupakan salah satu pegunungan termuda di bumi ini. Menurut teori tektonik lempeng, pembentukan pegunungan tersebut sebagai hasil dari tumbukan benua, atau orogeni, sepanjang batas konvergensi antara Lempeng Indo-Australia (Lempeng India) dengan Lempeng Eurasia. Sementara secara geologi, Plato Tibet tidak dapat dipisahkan dari Himalaya, karena wilayah ini menyatu, dan sama-sama terbentuk sebagai akibat tumbukan lempeng India dengan Asia / Eurasia.

Kata kunci: lempeng Indo-Australia, lempeng Eurasia, lempeng Laut Filipina, tumbukan, orogeni.

### Abstract

*There are several tectonic plates in Asia which interact each other and play an important role in the tectonic evolution of the region. The tectonic plates include Indo-Australian Plate to the south, Eurasian Plate to the northwest, and the Phillipine Sea Plate to the east. India continental plate is a part of the main plate Indo-Australia comprising subcontinental plate India and a basin beneath the Indian Ocean. Himalaya is one of the youngest mountains in the world. According to plate tectonic theory, the formation of the mountain is due to continents collision, or orogeny, along convergence boundary between Indo-Australian Plate (Indian Plate) and the Eurasian Plate. Meanwhile, the Tibet Plate could not be separated from Himalaya since the regions were united and both were resulted from collision between Indian Plate and Asian /Eurasian Plate.*

*Key words: Indo-Australian Plate, Eurasian Plate, Phillipine Sea Plate, collision, orogeny.*

### Pendahuluan

Perkembangan tektonik kawasan Asia sangat terkait dengan peristiwa tumbukan antara India dengan Eurasia yang telah menyebabkan terbentuknya Pegunungan Himalaya dan dataran tinggi Tibet, beserta struktur-struktur sesar mendatar regional yang menjadi media terjadinya tektonik ekstrusi di Indocina, terjadinya pembukaan Laut Cina Selatan, serta proses geodinamika lainnya yang saling terkait. Tumbukan antara Lempeng Pasifik atau Lempeng samudera Filipina, Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia juga berperan penting dalam perkembangan kegiatan tektonik di Asia Tenggara, terutama di Indonesia.

Untuk mengetahui perkembangan tektonik secara lebih jelas di Asia, maka di sini akan diulas aspek tektonik dari beberapa elemen tektonik penting di Asia, yaitu diantaranya adalah benua India, termasuk

Pegunungan Himalaya dan dataran tinggi atau Plato Tibet, blok Indocina, Laut Cina Selatan, kraton Sunda, dan kerak samudera Filipina. Dalam hal ini, kajian ini terutama berdasarkan studi literatur yang berkaitan dengan berbagai penelitian regional.

### Tataan Tektonik

Kawasan Asia Tenggara dan Cina merupakan pertemuan antara Lempeng Samudera Pasifik atau Lempeng Samudera Filipina di timur, Lempeng Indo-Australia di selatan serta Lempeng Eurasia di utara atau barat laut, seperti terlihat pada Gambar 1 (Hamilton, 1979). Daerah ini dicirikan oleh adanya tunjaman lempeng samudera di bawah lempeng benua dan busur kepulauan yang menyebabkan terjadinya lajur gunungapi; tumbukan benua dengan benua yang menyebabkan terjadinya pegunungan dan plato; serta adanya sesar-sesar mendatar besar (*transform* dan *transcurrent*) yang sebagian diyakini telah menjadi media bagi terjadinya tektonik ekstrusi.



Gambar 1. Peta tektonik kawasan Asia Tenggara dan Cina (Hamilton, 1979).

Di wilayah Asia terdapat beberapa lempeng yang berinteraksi, yang menentukan evolusi tektonik kawasan ini. Lempeng-lempeng tersebut meliputi Lempeng Indo-Australia di selatan, Lempeng Eurasia di barat laut, serta Lempeng Laut Filipina di bagian timur. (Gambar 2) (Anonymous, 2007a).

#### *India, Pegunungan Himalaya dan Plato Tibet*

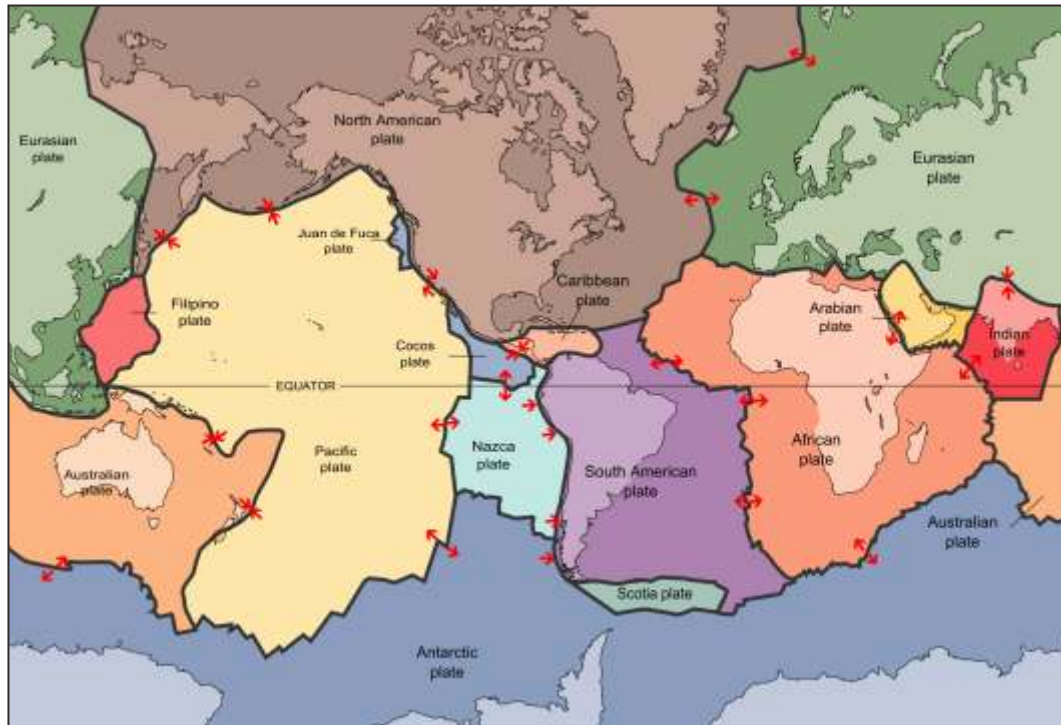
##### *India*

India, atau lempeng benua India, merupakan lempeng minor, bagian dari lempeng utama Indo-Australia yang terdiri atas sub-kontinen India dan cekungan di bawah Samudera Hindia. Lempeng India ini sekitar 90 Jtl (Juta tahun lalu), atau pada akhir Kapur, terpisah dari Madagaskar. Sub-kontinen tersebut mulai bergerak ke utara pada kecepatan sekitar 15 cm/tahun, dan mulai bertumbukan dengan Asia sekitar 50- 55 Jtl, yaitu pada kala Eosen. Pada saat itu India menempuh jarak 2000 – 3000 km dan bergerak lebih cepat dibanding lempeng-lempeng lain di dunia (Anonymous, 2007a). Tumbukan antara Lempeng India dan Eurasia ini, di sepanjang batas negara India – Nepal,

membentuk lajur orogenik yang menyebabkan terbentuknya Pegunungan Himalaya dan Plato Tibet. Lempeng India saat ini bergerak ke timurlaut dengan laju 5cm / tahun, sedangkan Lempeng Eurasia bergerak ke utara dengan laju 2mm/ tahun. Hal ini menyebabkan Lempeng Eurasia terdeformasi, sementara Lempeng India menekan dengan laju 4 mm/tahun. (Anonymous, 2007a).

Evolusi tektonik Lempeng India dimulai dengan terjadinya pendinginan dan pepadatan bagian atas kerak pada permukaan bumi di jaman Arkean (sebelum 2,5 milyar tahun lalu), yang diwakili oleh singkapan genes dan granit, terutama di daerah semenanjung yang merupakan inti dari kraton India. Pegunungan Aravali adalah sisa-sisa orogen Proterozoik awal yang disebut orogen Aravali – Delhi yang bergabung dengan dua segmen lainnya yang lebih tua yang menyusun kraton India (Anonymous, 2007a).

Endapan gampingan berumur Proterozoik Awal – Akhir, yang bersesuaian dengan rejim iklim lembab – semi kering, diendapkan di dalam cekungan – cekungan sedimen. Cekungan-cekungan ini, yang



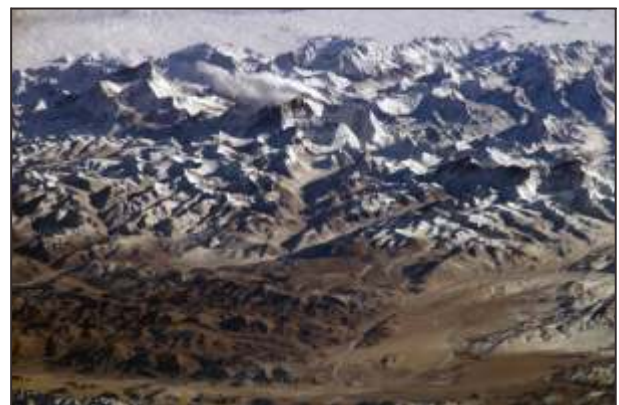
Gambar 2. Lempeg-lempeng tektonik di dunia (Anonymous, 2007a)

membatasi dan terletak dalam cekungan kristalin yang ada sebelumnya, dan terangkat selama Kambrium (500 juta tahun lalu). Batuan sedimennya umumnya terdeformasi dan di banyak tempat masih menunjukkan kedudukan perlapisan asli yang horisontal. Fasies Vindhayan dipercaya telah diendapkan antara ~1700 dan 650 juta tahun lalu (Ray, J.S., *Journal of Earth System Science*, February, 2006, dalam Anonymous, 2007a).

Batuan Paleozoik Awal dijumpai di Himalaya dan terdiri atas sedimen yang berasal dari hasil pengerosian kraton kristalin dan diendapkan di paparan India. Adapun pada Paleozoik Akhir, glasiasi Permo-Karbon telah meninggalkan endapan glasio-fluvial yang luas di India, dalam cekungan-cekungan yang terbentuk oleh pensesaran normal. Endapan tilit dan endapan asal gletser ini ditafsirkan merupakan seri Gondwana. (Anonymous, 2007a).

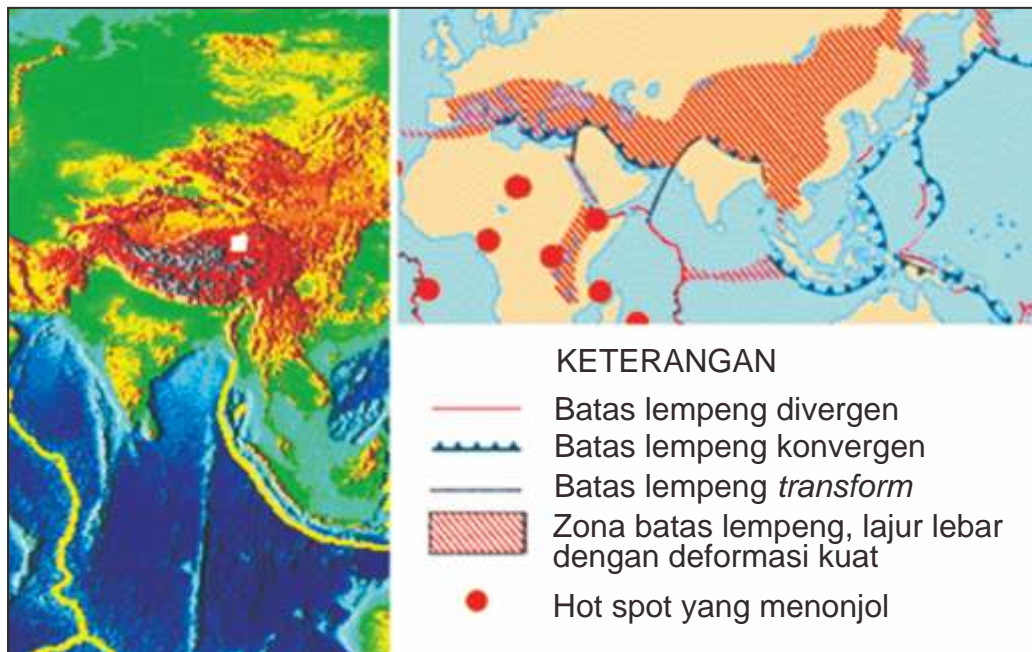
Selama Jura, bersamaan ketika Pangea mulai retak, terban besar terbentuk di India bagian tengah dan diisi oleh batupasir dan konglomerat berumur Jura Akhir dan Kapur Awal. Sebelum Kapur Awal, India telah terpisah dari Australia dan Afrika, dan bergerak ke utara atau ke arah Asia. Pada saat itu, sebelum terjadinya erupsi-erupsi Deccan, terjadi pengangkatan di bagian selatan India yang

menghasilkan pengendapan di sekitar Samudera India (Anonymous, 2007a). Mendekati Mesozoik, satu dari erupsi terbesar dalam sejarah di bumi terjadi, yang menghasilkan aliran lava Deccan yang meliputi daerah yang luasnya lebih dari 500.000 km<sup>2</sup>, dan ini menandai akhir pecahnya dari Gondwana. Pada awal Tersier, yaitu pada orogeni Himalaya yang pertama, terjadilah fase Karakoram. Orogeni Himalaya berlangsung menerus hingga kini (Anonymous, 2007a).



Gambar 3. Himalaya dan Gunung Everest dilihat dari selatan-selatan timur, di atas Plato Tibet (Anonymous, 2007a).





Gambar 4. Topografi Plato Tibet (kiri) dan tataan lempeng tektonik (kanan), kotak putih adalah lokasi gempa bumi 14 November 2001 (Anonymous, 2007b).

### Himalaya

Himalaya merupakan salah satu pegunungan termuda di bumi ini. Menurut teori tektonik lempeng, pembentukan pegunungan tersebut sebagai hasil dari tumbukan benua, atau orogeni, sepanjang batas konvergensi antara lempeng Indo-Australia (Lempeng India) dengan lempeng Eurasia. Tumbukan tersebut mulai pada Kapur Akhir, sekitar 70 juta tahun lalu, ketika lempeng Indo-Australia, yang bergerak dengan kecepatan sekitar 15 cm/tahun, menabrak Lempeng Eurasia. Sebelum 50 juta tahun lalu, pergerakan cepat lempeng Indo-Australia ini telah menutup Samudera Tetis secara keseluruhan. Keberadaan Samudera Tetis tersebut telah ditentukan oleh adanya batuan sedimen yang terendapkan pada dasar samudera, serta adanya gunungapi yang mengelilingi bagian tepi samudera. Karena batuan sedimen ini ringan, maka kemudian cenderung terlipat-lipat daripada tenggelam ke bawah. Lempeng Indo-Australia berlanjut bergerak secara horizontal di bawah Plato Tibet sehingga menekan plato tersebut bergerak ke atas. Dataran tinggi Arakan di Myanmar, serta Kepulauan Andaman dan Nikobar di Teluk Bengal juga terbentuk sebagai akibat tumbukan tersebut (Anonymous, 2007a).

### Plato Tibet

Secara geologi, Plato Tibet tidak dapat dipisahkan dari Himalaya, karena wilayah ini menyatu, dan

sama-sama terbentuk sebagai akibat tumbukan lempeng India dengan Asia / Eurasia. Plato Tibet berukuran sekitar 3500 kali 1500 km, dengan elevasi rata-rata lebih dari 5000 meter, dan mencakup sebagian besar daerah yang ketinggiannya lebih dari 4000 m di muka bumi ini. Di tepi selatan, yaitu Kompleks Himalaya-Karakoram, terdapat tidak saja Puncak Everest dan 113 puncak lainnya yang ketinggiannya di atas 8000 m, namun juga ratusan puncak berketinggian 7000 m yang lebih tinggi dari tempat lain dimanapun di muka bumi ini (Anonymous, 2007b) (Gambar 4).

Plato Tibet merupakan bagian dari zona besar di Asia yang terdeformasi sebagai akibat gerakan lempeng India ke timurlaut. Kerak benua di bawah Plato Tibet adalah yang paling tebal di dunia, yaitu rata-rata sekitar 70 km, sedangkan di bawah Pegunungan Pamir, di ujung barat laut plato, tebalnya mencapai 100 km (Anonymous, 2007b).

### Eurasia, Lempeng Sunda dan Blok Indocina

Lempeng Eurasia adalah lempeng tektonik yang meliputi wilayah Asia dan Eurasia yang terdiri atas benua Asia dan Eropa, namun tidak termasuk sub-kontinen India, sub-kontinen Arab, dan daerah sebelah timur Pegunungan Verkhovansk di Siberia Timur.

Wilayah Lempeng Eurasia membentang ke barat sampai Punggungan Atlantik Tengah. Untuk bagian barat Pegunungan Ural saja, maka istilah Lempeng Eropa sering digunakan.

Sisi timur lempeng Eurasia berbatasan dengan Lempeng Amerika Utara, di selatan berbatasan dengan Lempeng Filipina, dan mungkin juga berbatasan dengan lempeng Amuria dan Okhotsk; lebih ke selatan, berbatasan dengan lempeng Afrika di barat, Lempeng Arab di tengah, lempeng Indo-Australia di timur (Gambar 2) (Anonymous, 2007c).

Semenanjung Indocina telah dihipotesiskan terletak di blok Sunda, suatu blok masif di lempeng Asia bagian tenggara (Gambar 2), namun batas utaranya tidak jelas. Enam pesawat GPS telah diletakkan secara permanen di Thailand, dan pengamatan dilakukan sejak 1998. Berdasarkan kecepatannya, sebagian besar Indocina bersifat rigid dan dapat dianggap berada di blok Sunda. Data statistik menunjukkan tidak adanya perbedaan gerakan yang berarti antara blok Sunda dengan blok Cina selatan. Di lain sisi, rotasi searah jarum jam di timur Himalayan Syntax menunjukkan adanya gaya *shear lateral* mengiri di utara Thailand, dan ini mungkin sebagian diakomodasikan oleh gerakan mengiri sepanjang sesar Mae Chan (Iwakuni dr., 2004).

#### Laut Cina Selatan

Laut Cina Selatan membuka sejak 45 juta tahun lalu, ketika "*Dangerous Ground*" terpisah dan bergerak menjauh dari Cina bagian selatan. Pucak dari ekstensi adalah pemekaran dasar laut sekitar 30 juta tahun lalu, suatu proses yang mengimbas ke baratdaya dan menghasilkan cekungan yang berbentuk V sebagaimana kita lihat sekarang. Ekstensi tersebut berhenti sekitar 17 juta tahun lalu. Berbagai argumen telah bermunculan mengenai peran tektonik ekstrusi dalam pembentukan cekungan tersebut. Paul Tapponier dan kawan-kawannya (dalam Anonymous, 2007d) meragukan bahwa tumbukan antara India dan Asia telah mendorong Indocina ke arah tenggara.

Gerakan relatif shear antara Indocina dan Cina menyebabkan Laut Cina Selatan membuka. Pandangan ini dibantah oleh para ahli geologi yang menganggap Indocina telah relatif bergerak jauh dari daratan Asia. Studi geofisika laut dewasa ini oleh Peter Clift menunjukkan bahwa sesar *Red River* aktif dan menyebabkan pembentukan cekungan pada paling tidak 37 juta tahun lalu di Laut Cina Selatan

baratlaut, konsisten dengan proses ekstrusi yang ikut berperan dalam pembentukan laut di daerah tersebut (Anonymous, 2007d).

Sejak data perminyakan lepas pantai menunjukkan bahwa kelanjutan sesar Red River di Teluk Tonkin dipengaruhi oleh gerakan mendatar mengiri sejak Oligosen sampai Miosen akhir, maka hal ini menunjukkan bahwa perubahan gerakan mendatar mengiri di Teluk Tonkin menjadi mendatar menganan sepanjang tepian Vietnam, dikarenakan cekungan Laut Cina Selatan membuka dengan kecepatan lebih cepat dibanding kecepatan ekstrusi Indocina. Dengan demikian, jarak ekstrusi Indocina kemungkinan tidak melebihi 100 atau 200 km (Hutchon dr., 1994).

#### Lempeng samudera Filipina

Lempeng Filipina adalah lempeng samudera di bawah Samudera Pasifik di sebelah timur Filipina. Lempeng ini merupakan kerak samudera yang terletak di bawah Laut Filipina. Daerah ini dibatasi oleh Filipina di barat, Taiwan dan Kepulauan Ryukyu di baratlaut, Jepang di utara, Kepulauan Izu-Ogaswara (Bonin) dan Mariana di timur, dan Halmahera di selatan (Gambar 2).

Sisi timur Laut Filipina terdapat batas konvergen dengan lempeng Pasifik yang menunjam ke Parit Mariana. Lempeng Filipina dibatasi oleh lempeng Eurasia di barat, di selatan oleh Lempeng Indo-Australia, di utara oleh Lempeng Amerika Utara dan mungkin juga Lempeng Amuria, dan di bagian timurlaut dibatasi oleh Lempeng Okhotsk.

Lempeng Filipina membentuk dasar laut dan merupakan satu dari lima lempeng minor yang ukurannya lebih kurang sama dengan Lempeng Arab, dan merupakan lempeng unik karena dikelilingi oleh zona tunjaman. Lempeng ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu bagian barat yang "terperangkap" dan tidak aktif, serta bagian timur yang terus tumbuh sebagai akibat tunjaman lempeng Pasifik ke barat. Lempeng bagian barat diperkirakan suatu saat akan menghilang dikarenakan menunjam ke barat dan utara di bawah Lempeng Eurasia. Adapun setengah bagian yang di timur tersusun oleh beberapa punggungan berarah utara-selatan. Kepulauan Izu-Ogasawara (Bonin) dan Mariana serta gunungapi-gunungapi bawahlaut disebut sebagai sistem busur IBM (Izu-Bonin-Mariana) (Anonymous, 2007d).

## Diskusi

Berdasarkan uraian di muka tampak bahwa pengaruh tumbukan antara Lempeng India dengan Asia sangat berperan penting dalam perkembangan tektonik di Asia, terutama di daerah Himalaya, Tibet, Laut Cina Selatan, Indocina, dan sekitarnya. Proses geodinamika yang berlangsung di satu tempat mempunyai pengaruh atau imbas ke peristiwa tektonik di lain tempat. Dalam hal ini keberadaan sesar-sesar mendatar berperan penting dalam hal proses ekstrusi, misalnya proses pengekrusian blok Indocina ke arah tenggara.

Di Indonesia bagian timur, banyak dijumpai sesar mendatar berskala besar, seperti sesar Sorong – Yapen dan Palu-Koro misalnya. Kemungkinan di wilayah ini juga terjadi peristiwa pengekrusian blok-blok pecahan benua Australia, sebagaimana sekarang dapat kita jumpai adanya beberapa mikrokontinen di daerah Sulawesi, Banggai, Sula,

Tukangbesi, dan lain-lainnya. Boleh jadi hal tersebut juga menunjukkan adanya tektonik ekstrusi di wilayah ini.

## Kesimpulan

Peristiwa tumbukan antara India dengan Eurasia telah berperan besar dalam perkembangan tektonik kawasan Asia, dan hal tersebut telah menyebabkan terbentuknya Pegunungan Himalaya dan Dataran-tinggi Tibet, beserta struktur-struktur sesar mendatar regional yang menjadi media terjadinya tektonik ekstrusi di Indocina, terjadinya pembukaan Laut Cina Selatan, dan proses geodinamika terkait lainnya.

Keberadaan sesar-sesar mendatar regional di Indonesia juga diduga berperan penting dalam tektonik ekstrusi, yang sebagai hasilnya antara lain dijumpainya beberapa mikrokontinen di Indonesia bagian timur yang merupakan pecahan dari kerak benua Australia.

## Acuan

- Anonymous, 2007a. Indian Plate. [http://en.wikipedia.org/wiki/Indian\\_Plate](http://en.wikipedia.org/wiki/Indian_Plate). Diakses 01-08-2007.
- Anonymous, 2007b. The Tibetan Plato. <http://geology.about.com/library/weekly/aa112501a.htm>. Diakses 01-08-2007
- Anonymous, 2007c. Eurasian Plate. [http://en.wikipedia.org/wiki/Eurasian\\_Plate](http://en.wikipedia.org/wiki/Eurasian_Plate). Diakses 01-07-2007
- Anonymous, 2007d. Major Seas of the World, South Cina Sea. <http://www.oceansoftheworld.com/seas/south-china-sea.html>. Diakses 01-08- 2007
- Hamilton, W., 1979. *Tectonics of The Indonesian Region*, Geological Survey Professional Paper 1078, Washington.
- Hutchon, P., X. Le Pichon, X & Rangin, C., 1994. Indochina Peninsula and the collision of India and Eurasia. *Geology*. 22 (1): 27-30.
- Iwakuni, M., Kato, T., Takiguchi, H., Nakageawa, T., & Satomura, M, 2004. Crustal deformation in Thailand and tectonics of Indochina peninsula as seen from GPS observations. <http://www.agu.org/pubs/crossref/2004/2004GLO20347.shtml>. Diakses 01-08-2007